

PCT

WELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



| | | | |
|---|--|---|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : C22C 1/08 | | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/11832 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. März 1999 (11.03.99) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/05036 (22) Internationales Anmeldedatum: 8. August 1998 (08.08.98) | | (81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). | |
| (30) Prioritätsdaten: 197 37 957.5 30. August 1997 (30.08.97) DE 198 10 979.2 13. März 1998 (13.03.98) DE | | Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i> | |
| (71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): HONSEL AG [DE/DE]; Fritz-Honsel-Strasse, D-59872 Meschede (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): BRUNGS, Dieter [DE/DE]; Ober den Eschen 9, D-59872 Meschede (DE). (74) Anwalt: REHDERS, Jochen, Stresemannstrasse 28, D-40210 Düsseldorf (DE). | | | |
| (54) Titel: ALLOY FOR PRODUCING METAL FOAMED BODIES USING A POWDER WITH NUCLEATING ADDITIVES (54) Bezeichnung: LEGIERUNG ZUM HERSTELLEN VON METALLSCHAUMKÖRPERN UNTER VERWENDUNG EINES PULVERS MIT KEIMBILDENDEN ZUSÄTZEN | | | |
| (57) Abstract The invention relates to a metal alloy made from a metal matrix with added nucleating particles causing uniform formation of bubbles and a homogenous foam structure. The invention also relates to a method for producing metal foamed bodies comprising the following steps: production of a homogeneous mixture of at least one metal powder forming a metal matrix, a powder made of or made with nucleating particles causing uniform formation of bubbles and a homogenous foam structure, and at least one gas-generating gasifying agent powder; the mixture is introduced into a mould or compacted under pressure e.g. by cold or hot isostatic pressing; followed by hot forming e.g. by extrusion or rolling; optional further processing, e.g. by cold forming and/or machining; foaming by heating to a temperature above the temperature of decomposition of the gasifying agent, preferably inside the temperature range of the melting point of the metal used; and subsequent cooling of the body thus foamed. The invention also relates to the use of a powder made of or with nucleating particles causing uniform formation of bubbles and a homogenous foam structure as an additive to a mixture consisting of at least one metal powder forming a metal matrix and at least one gas-generating gasifying agent powder in the production of metal foamed bodies. | | | |
| (57) Zusammenfassung Metallegierung aus einer Metallmatrix mit einem Zusatz von keimbildenden, eine gleichmäßige Blasenbildung und homogene Schaumstruktur bewirkenden Partikeln und Verfahren zum Herstellen von Metallschaumkörpern mit den Schritten: Herstellen einer homogenen Mischung aus mindestens einem, eine Metallmatrix bildenden Metallpulver, einem Pulver aus bzw. mit keimbildenden, eine gleichmäßige Blasenbildung und homogene Schaumstruktur bewirkenden Partikeln und mindestens einem gasabspaltenden Treibmittelpulver, Einfüllen der Mischung in eine Form, ggf. Kompaktieren unter Druck, z.B. durch kalt- oder warm-isostatisches Pressen, anschließendes Warmumformen, z.B. durch Strangpressen oder Walzen, ggf. Weiterverarbeitung, z.B. durch Kaltumformen und/oder spanende Bearbeitung und Aufschäumen durch Aufheizen auf eine Temperatur oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels, vorzugsweise im Temperaturbereich des Schmelzpunktes des verwendeten Metalles und anschließendes Abköhlen des so geschäumten Körpers, sowie Verwendung eines Pulvers aus bzw. mit keimbildenden, eine gleichmäßige Blasenbildung und homogene Schaumstruktur bewirkenden Partikeln als Zusatz zu einer Mischung aus mindestens einem eine Metallmatrix bildenden Metallpulver und mindestens einem gasabspaltenden Treibmittelpulver bei der Herstellung von Metallschaumkörpern. | | | |

BEST AVAILABLE COPY

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|--------------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Amenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidschan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | ML | Mali | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | MN | Mongolei | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MR | Marokko | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MW | Malawi | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MX | Mexiko | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada | IT | Italien | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | PL | Polen | | |
| CM | Kamerun | | | PT | Portugal | | |
| CN | China | KR | Republik Korea | RO | Rumänien | | |
| CU | Kuba | KZ | Kasachstan | RU | Russische Föderation | | |
| CZ | Tschechische Republik | LC | S. Lucia | SD | Sudan | | |
| DE | Deutschland | LI | Liechtenstein | SE | Schweden | | |
| DK | Dänemark | LK | Sri Lanka | SG | Singapur | | |
| EE | Estonia | LR | Liberia | | | | |

"Legierung zum Herstellen von Metallschaumkörpern unter Verwendung eines Pulvers mit keimbildenden Zusätzen"

Die Erfindung betrifft eine Legierung zum Herstellen von Metallschaumkörpern, ein Verfahren zum Herstellen der Legierung mit bestimmten Zusatzstoffen für die Herstellung von Metallschaumkörpern.

Verschiedene Verfahren zum Herstellen von Metallschaumkörpern sind bekannt und bestehen im wesentlichen darin, daß einem Legierungspulver oder einer Pulvermischung aus Legierungsbestandteilen ein gasabspaltendes Treibmittel beigefügt wird, wobei zunächst ein unaufgeschäumtes Halbzeug hergestellt und dieses Halbzeug anschließend durch Aufheizen auf eine Temperatur oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels, vorzugsweise im Temperaturbereich des Schmelzpunktes der Metallegierung, zum Aufschäumen gebracht wird, wonach der so aufgeschäumte Körper anschließend abgekühlt wird. Das Aufschäumen des Halbzeuges kann frei oder in einer Form erfolgen, und es lassen sich bei Verwendung von Aluminium bzw. Aluminiumlegierungen Metallschaumkörper mit einer Dichte von etwa 0,3 bis 1,7 g/cm³ herstellen.

Ein Verfahren zum Herstellen poröser Metallkörper ist beispielsweise in der DE-40 18 360 C1 beschrieben und besteht aus den Schritten: Herstellen einer Mischung aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabspaltendem Treibmittelpulver, Heißkompaktieren dieser Mischung zu einem Halbzeug bei einer Temperatur, bei der die Verbindung der Metallpulverteilchen überwiegend durch Diffusion erfolgt und bei einem Druck, der hoch genug ist, um die Zersetzung des Treibmittels zu verhindern, derart, daß die Metallteilchen sich in einer festen Verbindung untereinander befinden und einen gasdichten Abschluß für die Gasteilchen des Treibmittels darstellen, Aufheizen des derart hergestellten Halbzeuges auf eine Temperatur oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels, vorzugsweise im

- 2 -

Temperaturbereich des Schmelzpunktes des verwendeten Metalles, anschließendes Abkühlen des so aufgeschäumten Körpers.

Bei Verwendung von Reinaluminiumpulver mit einem Zusatz von 0,1 Gew.-% Titanhydridpulver ließ sich ein poröser Metallkörper mit einer Dichte von etwa 0,78 g/cm³ herstellen... Die typische Porengröße lag um 1 mm Durchmesser. Bei Verwendung eines fertig legierten Pulvers aus einer Aluminiumlegierung mit einem Legierungsanteil von 4 Gew.-% Magnesium und 0,4 Gew.-% Titanhydridpulver wurde eine Dichte von 0,62 g/cm³ bei einer typischen Porengröße von ca. 2 bis 3 mm erreicht.

Bei diesem bekannten Verfahren und anderen Verfahren, beispielsweise dem entsprechend der US-3 087 807 A, ist nachteilig, daß die Blasenbildung beim Aufschäumen und damit die Struktur des Metallschaumkörpers sehr ungleichmäßig ist. Dies hat unverwünschte Auswirkungen auf die mechanischen Eigenschaften, so daß bereits versucht wurde, eine gleichmäßige Schaumstruktur durch Veränderung der Legierungszusammensetzung oder der Verfahrensführung zu erreichen. Diese Versuche führten entweder nicht zu der gewünschten gleichmäßigen Schaumstruktur oder erforderten eine aufwendige Prozeßführung, die das Herstellungsverfahren verteuerte.

Bei Verwendung eines fertig legierten Pulvers aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AlSi12 bzw. AlSi7Mg mit Titan-Hydrid-Pulverzusatz wurde ein ungünstigeres Aufschäumverhalten festgestellt, als bei Verwendung eines Pulvers bzw. einer Pulvermischung der Metallmatrix Al bzw. AlMg mit Zusatz von 12 % Siliciumpulver bzw. 7 % Siliciumpulver. Auch bei anderen Matrixlegierungen vom Typ AlMgSi wurde bestätigt, daß zusätzlich beigemischte Siliciumpulver zu einem verbesserten Aufschäumverhalten führen. Nachteilig war jedoch immer noch eine ungleichmäßige Schaumstruktur mit stark unterschiedlichen Porengrößen.

- 3 -

Die ungleichmäßige Schaumstruktur kann auf eine ungleichmäßige Keimbildung für die Blasenbildung infolge ungleichmäßiger Größe und Verteilung der Siliciumpartikel zurückgeführt werden. Das Gefüge eines Strangpreßprofils, welches aus einer AlMgSi Pulvermischung mit 10 % Siliciumpulver hergestellt wurde, zeigt Bild 1. Die in das Matrixgefüge eingelagerten Siliciumpartikel sind ungleichmäßig verteilt und in ihrer Größe und Form ebenfalls stark ungleichmäßig.

Der Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, bei der Fertigung einer aufschäumbaren Metalllegierung, insbesondere einer Aluminiumlegierung, für das Erreichen der gewünschten Eigenschaften eine möglichst gleichmäßige Schaumstruktur zu erzielen und möglichst günstige Festigkeitseigenschaften zu erreichen.

Ausgehend von dieser Problemstellung wird erfindungsgemäß eine Metalllegierung aus einer Metallmatrix mit einem Zusatz eines Pulvers aus bzw. mit keimbildenden, eine gleichmäßige Blasenbildung und homogene Schaumstruktur bewirkenden Partikeln vorgeschlagen, wobei vorzugsweise eine Aluminiumlegierung für die Metallmatrix verwendet wird und zur Keimbildung ein Zusatz von gleichmäßig verteilten Silicium-, Siliciumcarbid-, Aluminiumoxid- und/oder Titanboridpartikeln beigefügt ist.

Um die gleichmäßige Blasenbildung und homogene Schaumstruktur zu bewirken, beträgt die Partikelgröße vorzugsweise kleiner als 30 µm.

Besonders vorteilhaft sind kleine, gleichmäßig verteilte Siliciumpartikel, die beim Versprühen von übereutektischen AlSi-Schmelzen mit bis zu etwa 50 % Silicium in den einzelnen Pulverkörnern entstehen (Bild 2). Das Herstellverfahren ist in der Patentanmeldung 198 01 941.6 derselben Anmelderin eine verschleißfeste Aluminiumlegierung insbesondere für die Herstellung von Zylinderlaufbuchsen betreffend beschrieben.

- 4 -

Das Gefüge eines Strangpreßprofils, welches aus einer AlMgSi-Pulvermischung mit 10 % Siliciumzusatz in Form der oben beschriebenen Pulverkörner hergestellt wurde, zeigt Bild 3. Die Siliciumpartikel haben eine gleichmäßige Größe zwischen etwa 10 - 30 μm und sind in der Matrix gleichmäßig verteilt.

Zur Lösung des eingangs erwähnten Problems wird des weiteren ein Verfahren zum Herstellen von Metallschaumkörpern mit den Schritten: Herstellen einer homogenen Mischung aus mindestens einem eine Metallmatrix bildenden Metallpulver, einem Pulver aus bzw. mit keimbildenden, eine gleichmäßige Blasenbildung und homogene Schaumstruktur bewirkenden Partikeln und mindestens einem gasabspaltendem Treibmittelpulver, Einfüllen der Mischung in eine Form, ggf. Kompaktieren unter Druck, z. B. durch kalt- oder warm-isostatisches Pressen, anschließendes Warmumformen, z. B. durch Strangpressen oder Walzen, ggf. Weiterverarbeiten beispielsweise durch Kaltumformen und/oder spanende Bearbeitung, Aufschäumen durch Aufheizen auf eine Temperatur oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels, vorzugsweise im Temperaturbereich des Schmelzpunktes des verwendeten Metalls und anschließendes Abkühlen des so aufgeschäumten Körpers vorgeschlagen.

Schließlich dient der Lösung des eingangs erwähnten Problems auch die Verwendung eines Pulvers aus bzw. mit keimbildenden, eine gleichmäßige Blasenbildung und homogene Schaumstruktur bewirkenden Partikeln als Zusatz zu einer Mischung aus mindestens einem eine Metallmatrix bildenden Metallpulver und mindestens einem gasabspaltenden Treibmittelpulver bei der Herstellung von Metallschaumkörpern, wobei das Pulver aus Partikeln aus Silicium, Siliciumcarbid, Aluminiumoxid und/oder Titanborid bestehen kann, die eine Partikelgröße kleiner als 30 μm aufweisen. Zum Herstellen eines Schaumkörpers, aus einer Matrix aus einer Aluminiumlegierung lässt sich ein Pulver mit gleichmäßig verteilten Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silicium-Legierung mit einem Anteil des Siliciums in Form von Siliciumprimärkristallen in

- 5 -

den Partikeln der übereutektischen Aluminium-Silicium-Legierung von weniger als 12 Gew.-%, bezogen auf die Metalllegierung.

Die sehr fein verteilte Partikelstruktur in dem als Pulver hinzugefügten Zusatz, insbesondere die sehr fein verteilte Siliciumstruktur ist entscheidend für eine gleichmäßige Blasenbildung und damit für eine homogene Schaumstruktur, da die Partikel in dieser feinen Verteilung, insbesondere die Siliciumprimärkristalle als Keimbildner für die Blasenentwicklung wirken.

Bei der aufschäumbaren Aluminiumlegierung kann es sich beispielsweise um eine Aluminiumpulverlegierung mit einem Treibmittel, beispielsweise Titanhydrid (TiH_2) und einem Pulver einer übereutektischen Aluminium-Silicium-Legierung mit einem Anteil des Siliciums in Form von Siliciumprimärkristallen in dem Pulver der übereutektischen Aluminium-Silicium-Legierung von weniger als 12 Gew.-% bezogen auf die Metalllegierung handeln. Die Mischung wird in eine Form gefüllt und unter Druck kompaktiert, ohne daß sich dabei das Treibmittelpulver zersetzt. Das so hergestellte Vormaterial läßt sich anschließend warmpressen oder warmwalzen oder warmfließpressen, ohne daß dabei ein Aufschäumen erfolgt. Wird dieses Halbzeug zum Aufschäumen auf bis zu etwa $800^{\circ}C$ erhitzt, setzt das Treibmittel eingeschlossenes Gas frei, so daß das Aluminiumlegierungspulver aufschläumt. Wird das Aufschäumen des Halbzeugs in einer Form durchgeführt, füllt der Schaum die Kontur des Formhohlraums aus, nimmt dessen Form an und weist, je nach Aufschäumungsgrad und Art des Treibmittelzusatzes eine Dichte von etwa 0,3 bis $1,7 \text{ g/cm}^3$ auf. Die aufgeschäumte Aluminiumlegierung weist im wesentlichen gleich große und gleichmäßig verteilte, geschlossene Poren auf, ist sehr druckfest, hat ein geringes Gewicht und erteilt dem geformten Gegenstand eine entsprechend dem jeweiligen Anwendungsfall erforderliche Festigkeit.

- 6 -

Die Herstellung von Schaumprodukten aus einer Aluminiumlegierung ist nur beispielsweise erwähnt. Die Erfindung erstreckt sich auch auf Schaumprodukte aus jedem schäumbaren Metall, dem ein Pulver mit keimbildenden Partikeln für eine gleichmäßige Blasenbildung und eine homogene Schaumstruktur zugesetzt ist.

- 7 -

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Metallegierung aus einer Metallmatrix mit einem Zusatz eines Pulvers aus bzw. mit keimbildenden, eine gleichmäßige Blasenbildung und homogene Schaumstruktur bewirkenden Partikeln.
2. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, aus einer Aluminiummatrix mit einem Zusatz von gleichmäßig verteilten Silicium-, Siliciumcarbid, Aluminiumoxid-, und/oder Titanboridpartikeln.
3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2, aus einer Aluminiummatrix mit einem Zusatz von gleichmäßig verteilten Siliciumpartikeln oder von Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silicium-Legierung mit einem Anteil des Siliciums in Form von Siliciumpartikeln oder von Siliciumprimärkristallen in den Partikeln der übereutektischen Aluminium-Silicium-Legierung von weniger als 20 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge vor dem Aufschäumen.
4. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einer Partikelgröße kleiner als 30 µm.
5. Verfahren zum Herstellen von Metallschaumkörpern mit den Schritten:
 - Herstellen einer homogenen Mischung aus mindestens einem eine Metallmatrix bildenden Metallpulver, einem Pulver aus bzw. mit keimbildenden, eine gleichmäßige Blasenbildung und homogene Schaumstruktur bewirkenden Partikeln und mindestens einem gasabspaltendem Treibmittelpulver
 - Einfüllen der Mischung in eine Form,
 - Aufschäumen durch Aufheizen auf eine Temperatur oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels und

- 8 -

- Abkühlen des so aufgeschäumten Körpers.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem in der Form ein Kompaktieren unter Druck erfolgt.
 7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das Kompaktieren unter Druck durch kalt- oder warm-isostatisches Pressen erfolgt.
 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, bei dem nach dem Kompaktieren ein Warmumformen, insbesondere durch Strangpressen oder Walzen erfolgt.
 9. Verfahren nach Anspruch 6, 7 oder 8, bei dem nach dem Kompaktieren oder dem Warmumformen eine Weiterverarbeitung durch Kaltumformen und/oder spanende Bearbeitung erfolgt.
 10. Verwendung eines Pulvers aus bzw. mit keimbildenden, eine gleichmäßige Blasenbildung und homogene Schaumstruktur bewirkenden Partikeln als Zusatz zu einer Mischung aus mindestens einem eine Metallmatrix bildenden Metallpulver und mindestens einem gasabspaltendem Treibmittelpulver bei der Herstellung von Metallschaumkörpern.
 11. Verwendung eines Pulvers nach Anspruch 10 mit Partikeln aus Silicium, Siliciumcarbid, Aluminiumoxid und/oder Titanborid.
 12. Verwendung eines Pulvers nach Anspruch 10 oder 11 mit einer Partikelgröße kleiner als 30 µm.
 13. Verwendung eines Pulvers zum Herstellen eines Schaumkörpers aus einer Matrix aus einer Aluminiumlegierung nach Anspruch 10, 11 oder 12 mit gleichmäßig verteilten Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silicium-Legierung mit einem Anteil des Siliciums in Form von Siliciumprimärkristallen in den Partikeln der übereutektischen

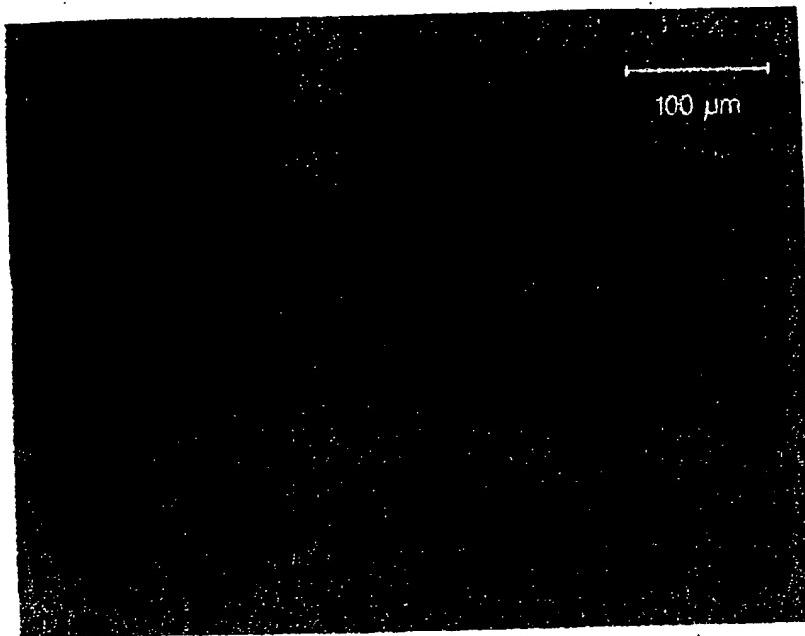
- 9 -

Aluminium-Silicium-Legierung von weniger als 12 Gew.-%

bezogen auf die Metallelegierung.

1/2

Abb. 3



2/2

Abb. 1

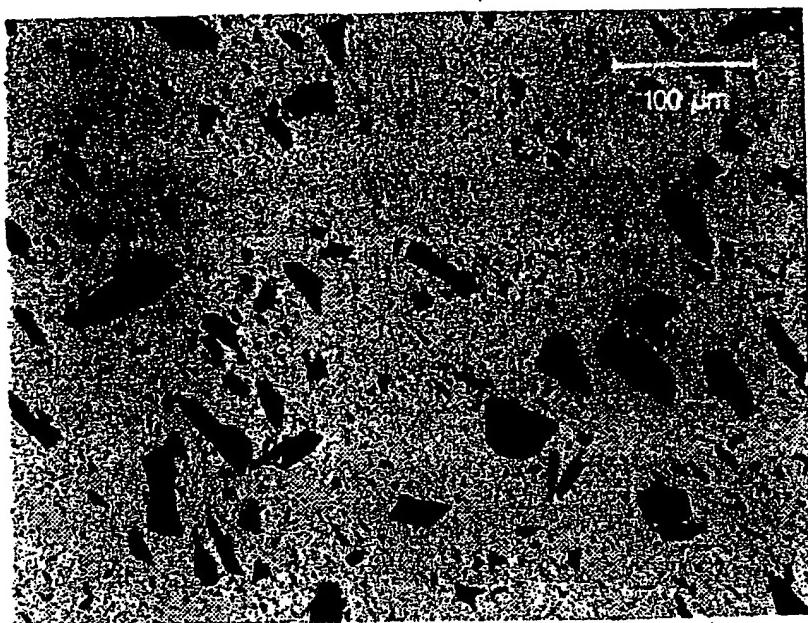


Abb. 2

V=610x



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/EP 98/05036

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 C22C1/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 C22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| Y | WO 91 01387 A (NORSK HYDRO AS) 7 February 1991 see claims 1-8; example 1 | 1-13 |
| Y | DE 40 18 360 C (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT) 29 May 1991 cited in the application see claim 1 | 1-13 |
| A | US 3 087 807 A (B.C.ALLEN ET AL) 30 April 1963 cited in the application see claim 1 | 1 |
| A | DE 196 51 197 A (DIETZSCHOLD DIRK DR ING ;DIETZSCHOLD SUSAN (DE)) 19 June 1997 see claim 1; figure 3 | 1 |
| | | -/- |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"V" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"G" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 December 1998

Date of mailing of the international search report

05/01/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gregg, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational Application No
PCT/EP 98/05036**C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | DE 23 62 293 A (TECHNICAL OPERATIONS BASEL SA) 19 June 1975 see claim 1 | 1 |
| A | WO 92 03582 A (ALCAN INT LTD) 5 March 1992 see claim 1 | 1 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

| | |
|-----|-----------------------|
| Int | tional Application No |
| | PCT/EP 98/05036 |

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|------------------|--|--|--|
| WO 9101387 | A 07-02-1991 | CA 2064099 A DE 69006359 D DE 69006359 T DK 483184 T EP 0483184 A ES 2049037 T HU 210524 B JP 2635817 B JP 4506835 T RU 2046151 C | | 18-01-1991 10-03-1994 11-05-1994 30-05-1994 06-05-1992 01-04-1994 28-04-1995 30-07-1997 26-11-1992 20-10-1995 |
| DE 4018360 | C 29-05-1991 | AT 142135 T CA 2044120 A DE 4101630 A DE 59108133 D EP 0460392 A JP 4231403 A US 5151246 A | | 15-09-1996 09-12-1991 12-12-1991 10-10-1996 11-12-1991 20-08-1992 29-09-1992 |
| US 3087807 | A 30-04-1963 | NONE | | |
| DE 19651197 | A 19-06-1997 | NONE | | |
| DE 2362293 | A 19-06-1975 | NONE | | |
| WO 9203582 | A 05-03-1992 | CA 2046814 A US 5112697 A AT 141108 T AU 8326791 A DE 69121242 D DE 69121242 T EP 0545957 A JP 6500359 T AU 6287690 A CA 2066421 A,C WO 9103578 A EP 0490918 A JP 5500391 T MX 172441 B US 5221324 A | | 12-01-1993 12-05-1992 15-08-1996 17-03-1992 12-09-1996 23-01-1997 16-06-1993 13-01-1994 08-04-1991 07-03-1991 21-03-1991 24-06-1992 28-01-1993 16-12-1993 22-06-1993 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 98/05036

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 C22C1/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 C22C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie ¹ | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|---|--------------------|
| Y | WO 91 01387 A (NORSK HYDRO AS) 7. Februar 1991 siehe Ansprüche 1-8; Beispiel 1 | 1-13 |
| Y | DE 40 18 360 C (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT) 29. Mai 1991 in der Anmeldung erwähnt siehe Anspruch 1 | 1-13 |
| A | US 3 087 807 A (B.C.ALLEN ET AL) 30. April 1963 in der Anmeldung erwähnt siehe Anspruch 1 | 1 |
| A | DE 196 51 197 A (DIETZSCHOLD DIRK DR ING ;DIETZSCHOLD SUSAN (DE)) 19. Juni 1997 siehe Anspruch 1; Abbildung 3 | 1 |
| | --- | |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonderlich bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweiteilhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert; sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23. Dezember 1998

05/01/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gregg, N

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int'l. nationales Altenzeichen
PCT/EP 98/05036

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|--|--------------------|
| A | DE 23 62 293 A (TECHNICAL OPERATIONS BASEL SA) 19. Juni 1975 siehe Anspruch 1 | 1 |
| A | WO 92 03582 A (ALCAN INT LTD) 5. März 1992 siehe Anspruch 1 | 1 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

 Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 98/05036

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|----------------------------|--------------------------------|-------------|----------------------------|
| WO 9101387 | A | 07-02-1991 | CA | 2064099 A | 18-01-1991 |
| | | | DE | 69006359 D | 10-03-1994 |
| | | | DE | 69006359 T | 11-05-1994 |
| | | | DK | 483184 T | 30-05-1994 |
| | | | EP | 0483184 A | 06-05-1992 |
| | | | ES | 2049037 T | 01-04-1994 |
| | | | HU | 210524 B | 28-04-1995 |
| | | | JP | 2635817 B | 30-07-1997 |
| | | | JP | 4506835 T | 26-11-1992 |
| | | | RU | 2046151 C | 20-10-1995 |
| DE 4018360 | C | 29-05-1991 | AT | 142135 T | 15-09-1996 |
| | | | CA | 2044120 A | 09-12-1991 |
| | | | DE | 4101630 A | 12-12-1991 |
| | | | DE | 59108133 D | 10-10-1996 |
| | | | EP | 0460392 A | 11-12-1991 |
| | | | JP | 4231403 A | 20-08-1992 |
| | | | US | 5151246 A | 29-09-1992 |
| US 3087807 | A | 30-04-1963 | KEINE | | |
| DE 19651197 | A | 19-06-1997 | KEINE | | |
| DE 2362293 | A | 19-06-1975 | KEINE | | |
| WO 9203582 | A | 05-03-1992 | CA | 2046814 A | 12-01-1993 |
| | | | US | 5112697 A | 12-05-1992 |
| | | | AT | 141108 T | 15-08-1996 |
| | | | AU | 8326791 A | 17-03-1992 |
| | | | DE | 69121242 D | 12-09-1996 |
| | | | DE | 69121242 T | 23-01-1997 |
| | | | EP | 0545957 A | 16-06-1993 |
| | | | JP | 6500359 T | 13-01-1994 |
| | | | AU | 6287690 A | 08-04-1991 |
| | | | CA | 2066421 A,C | 07-03-1991 |
| | | | WO | 9103578 A | 21-03-1991 |
| | | | EP | 0490918 A | 24-06-1992 |
| | | | JP | 5500391 T | 28-01-1993 |
| | | | MX | 172441 B | 16-12-1993 |
| | | | US | 5221324 A | 22-06-1993 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.